

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 33 10 233 A 1

51 Int. Cl. 3:
G 21 C 19/06
G 21 C 19/08
G 21 F 9/36

21 Aktenzeichen: P 33 10 233.3
22 Anmeldetag: 22. 3. 83
43 Offenlegungstag: 4. 10. 84

DE 33 10 233 A 1

71 Anmelder:
Strabag Bau-AG, 5000 Köln, DE

72 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

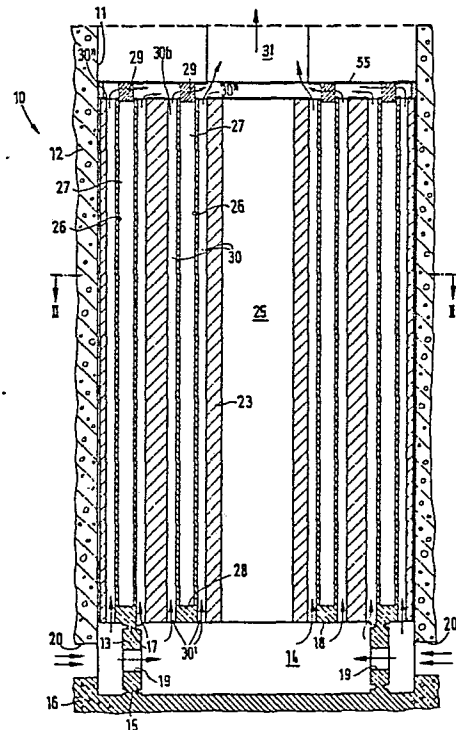
Büro
Bur. Ind. Eigentum

15 NOV. 1984

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Behältnis zur Lagerung radioaktiver Elemente

Behältnis zur Lagerung von radioaktiven Elementen, insbesondere von Brennelementen oder von Abfällen aus Aufbereitungsanlagen, die über einen langen Zeitraum Wärme und Strahlung entwickeln und das zum Schutz vor mechanischer Einwirkung und zum Abführen der Wärme aus einem Block (23) aus hitzebeständigem, bewehrtem Beton besteht, in dem langgestreckte Kammern (26) zur Aufnahme der radioaktiven Elemente (27) und diese umgebende Kühlsysteme (30), (50), (51), (52), (53) angeordnet sind, welche sich in wärmeleitender Verbindung mit den Kammern (26) befinden und die von den radioaktiven Elementen (27) erzeugte Wärme abführen. Dabei ist das System (50) so ausgebildet, daß es mit Luft im Naturumlauf eine ausreichende Kühlung gewährleistet.



DE 33 10 233 A 1

COPY

A n s p r ü c h e :

1. Behältnis zur Lagerung von radioaktiven Elementen, insbesondere von Brennelementen oder Abfällen aus Aufbereitungsanlagen, bestehend aus einem in vertikaler Lage anzuordnenden Block mit mehreren, über dessen Querschnitt verteilten, langgestreckten Kammern zur Aufnahme der radioaktiven Elemente und mit mindestens einem, an eine Luftzuführung und an eine Luftabführung angeschlossenen, vertikal verlaufenden Kühlluftkanal, dadurch gekennzeichnet, daß der Block (23) aus hitzebeständigem, bewehrtem Beton besteht und daß jede Kammer (26) von mehreren Kühlluftkanälen (30) umgeben ist, die sich in geringem Abstand von der Kammer (26) befinden.
2. Behältnis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlluftkanäle (30) als einfache Röhren im Beton ausgebildet sind.
3. Behältnis nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlluftkanäle (30) und/oder die Kammern (26) aus vorgefertigten Betonelementen (34) bestehen, die als verlorene Schalung im Block (23) einbetoniert sind.
4. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlluftkanäle (30) mindestens auf einem Teil ihrer inneren Umfangsfläche mit Metallteilen (32,37,41,43) versehen sind.
5. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallteile (37,41) an den Ecken der Kühlluftkanäle (30) angeordnet und im Beton (35) verankert sind.

12. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Auskleidungen (32) der Kammer (26) einerseits und der Kühlluftkanäle (30c) andererseits aus Edelstahl besteht.
13. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Metallstücken (45a und 45b) zur wärmeleitenden Verbindung der Auskleidungen (32) von Kammer (26) und Kühlluftkanälen (30c) eine Isolierung (46) gegen Kontaktkorrosion angeordnet ist.
14. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Kammern (26) einerseits und ihren Kühlluftkanälen (30) andererseits von Wasser durchflossene Kühlwasserrohre (51,52) zur Aufnahme der Abwärme der radioaktiven Elemente (27) angeordnet sind.
15. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlwasserrohre (53) die Kammern (26) schraubenlinienförmig umgeben.
16. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlwasserrohre (51,52) mit der Auskleidung (32) der Kammern (26) und/oder der Auskleidung (32) der Kühlluftkanäle (30) in wärmeleitender Verbindung stehen.
17. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Betonblock (23) an seinem Außenumfang (22) eine wärmedämmende Ummantelung (24) aufweist.
18. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (26) an ihrer Oberseite

6. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der Abschirmung gegen Strahlung und zur Verbesserung der Wärmeleitung zwischen den Kammern (26) und dem Kühlluftkanal (30) Metallplatten einbetoniert sind.
7. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die der Kammer (26) für das radioaktive Element (27) benachbarten Metallteile (41 bzw. 32) der Kühlluftkanäle (30b, 30d) mit einer Metallplatte (43 bzw. 47) in wärmeleitender Verbindung stehen, welche zwischen der Kammer (26) und dem jeweiligen Kühlluftkanal (30b bzw. 30d) im Blockbeton (48) angeordnet ist.
8. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallplatte (43) den Kühlluftkanal (30b) gegenüber der Kammer (26) abdeckt.
9. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallplatte (43 bzw. 47) nahe an die Kammer (26) heranreicht und eine Wärmebrücke zwischen Kammer (26) und Kühlluftkanal (30b bzw. 30d) bildet.
10. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (26) und/oder die Kühlluftkanäle (30) eine Metallauskleidung (32) haben.
11. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallauskleidungen (32) der Kammer (26) und der Kühlluftkanäle (30c) durch Metallstücke (44 bzw. 45) wärmeleitend verbunden sind.

mit Verschlussplatten (29) aus Edelstahl verschließbar sind.

19. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Block (23) einen oder mehrere über seinen Querschnitt verteilte Arbeitsschächte (26) aufweist.
20. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallteile (37,41,44), Auskleidungen (32), Kühlwasserrohre (51,52) u.dgl. einer jeden Kammer (26) und der ihr zugeordneten Kühlluftkanäle (30) zu einem in sich steifen Gerüst miteinander verbunden und als Ganzes in die Schalung des Blockes (23) vor dem Einbringen des Betons einsetzbar sind.
21. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Zusatzkanäle (50) zum Abbau des Dampfdruckes vorgesehen sind, die im Beton des Blockes (23) über dessen Querschnitt verteilt sind.
22. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 21, gekennzeichnet durch eine Auflagerringwand (13) aus Beton, die einerseits mit dem Betonblock (23) und andererseits mit dem Fundament (16) des Behältnisses (10) gelenkig verbunden ist.
23. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflagerringwand (13) aus mehreren Ringsegmenten besteht, die in Umfangsrichtung im Abstand voneinander angeordnet sind.
24. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch ge-

kennzeichnet, daß sich die Auflagerringwand (13) in einem Luftzuführungsraum (14) befindet, mit dem die Kühlluftkanäle (30) und ggf. die Zusatzkanäle (50) in Verbindung stehen.

25. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß am Außenumfang (22) des Betonblockes (23) außenseitig offene Luftzuführungskanäle (21) angeordnet sind, die in den Luftzuführungsraum (14) münden.
26. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlluftkanäle (30) mindestens teilweise eine luft- bzw. dampfdurchlässige Oberfläche haben.
27. Behältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Betonblock (23) an seinem Außenumfang (22) federelastische und gedämpfte Abstützmittel aufweist.

PATENTANWÄLTE
DIPL.-ING. BUSCHHOFF
DIPL.-ING. HENNICKE
DIPL.-ING. VOLLBACH
KAISER-WILHELM-RING 24
5000 KÖLN 1

3310233

- 6 -

Aktenz.:

Reg.-Nr.

Sa 636
bitte angeben

KÖLN, den 18.03.1983 he/
lu

Anm.: STRABAG Bau-AG,
Siegburger Str. 241, 5000 Köln 21

Titel: Behältnis zur Lagerung radioaktiver Elemente

Bei der Lagerung von radioaktiven Elementen in einem Übergangslager oder Zwischenlager muß sichergestellt sein, daß eine Strahlenschädigung der Umwelt unter allen Umständen auch bei außergewöhnlichen äußeren Belastungen, wie Erdbeben, Explosion und Flugzeugabsturz, mit Sicherheit vermieden wird. Weiter werden von den radioaktiven Elementen erhebliche Mengen an Wärme erzeugt, die sicher abgeführt werden müssen.

Es ist bekannt, verbrauchte Brennelemente von Kernreaktoren, die wiederaufbereitet werden sollen, in dickwandigen, äußeren Einwirkungen widerstehenden Behältern aus Gußeisen mit Kugelgraphit zu lagern, die in einem hierfür geeigneten Gebäude aufgestellt werden, welches so belüftet wird, daß die von den Brennelementen erzeugte und durch die Gußbehälter an die Luft abgegebene Wärme durch das Dach des Gebäudes im Naturumlauf abgeführt werden kann. Es sind auch Übergangslager für Elemente mit verglastem hochradioaktivem Abfall bekannt, bei denen mehrere Elemente in einem Behälter aus Stahlguß eingeschlossen sind, dessen Wandungen Kühlwasserrohre zum Anschluß an einen Wärmetauscher aufweisen, der im Normalbetrieb die Wärme einer Nutzung zuführt und in einem gegen äußere Einwirkungen dimensionierten Gebäude aus Stahlbeton untergebracht ist, wobei ein Luftkühlsystem mit Naturumlauf im Störfall eine ausreichende Wärmeabfuhr zu der Behälteraußenseite gewährleistet.

Die bisher bekannten Behälter aus Gußeisen oder Stahlguß führen die von den radioaktiven Elementen erzeugte Wärme zwar verhältnismäßig problemlos ab und lassen auch eine Nutzung der Abwärme bei einem Temperaturniveau oberhalb von 100° C zu, sind jedoch in Ausgangsmaterial und Herstellung sehr teuer.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Behältnis der eingangs näher erläuterten Art zu schaffen, das aus preisgünstigen Baustoffen einfach und mit geringeren Kosten hergestellt werden kann, das einen hohen Schutz gegen mechanische Angriffe bietet, die von den radioaktiven Elementen erzeugte Wärme mit Luft im Naturumlauf abführen kann und eine Nutzung der Wärme mit einer Wasserkühlung bei einem Temperaturniveau oberhalb 100° C zuläßt.

Diese Aufgabe wird mit der Erfindung dadurch gelöst, daß der Block aus hitzebeständigem, bewehrtem Beton besteht, und daß jede Kammer von mehreren Kühlluftkanälen umgeben ist, die sich in geringem Abstand von der Kammer befinden. Die Kühlluftkanäle gewährleisten mit Luft im Naturumlauf eine ausreichende Wärmeabfuhr. Wenn zur Nutzung der Wärme zusätzlich ein System einbetonierter Kühlrohre mit Wasserkühlung vorgesehen ist, dient die Luftkühlung als Notkühlsystem im Störfall.

Ein solches Betonbehältnis besteht aus Werkstoffen, die einen sicheren Strahlenschutz bieten und wesentlich preisgünstiger sind als Gußeisen und Stahlguß. Es gewährleistet eine hohe Sicherheit gegen Beanspruchungen, da die Lasten über sehr viele, voneinander unabhängige Bewehrungsstäbe abgetragen werden. Durch die Anordnung von vielen, die Kammern für die radioaktiven Elemente in geringem Abstand umgebenden Kühlkanäle gelingt es, die von den radioaktiven Elementen er-

zeugte Wärme ohne Überhitzung der Elemente abzuführen.

Bei kleinem Abstand der Kühlluftkanäle von der Kammer des radioaktiven Elementes ist auch im Beton ein ausreichender Wärmetransport möglich. Bei einem größeren Abstand, der z.B. zu einer besseren Strahlenabschirmung notwendig sein kann, ist es zweckmäßig, zwischen den Kühlluftkanälen und den Kammern für die radioaktiven Elemente Metallteile einzubetonieren, die als Wärmebrücken und als Strahlenabschirmung wirken. Diese Metallteile können als Platte ausgebildet sein, wobei die Metallplatte den Kühlluftkanal gegenüber der Kammer abdeckt und nahe an die Kammer heranreicht, so daß sie eine Wärmebrücke zwischen Kammer und Kühlluftkanal bildet.

Da Behältnisse dieser Art für eine extrem lange Nutzungsdauer vorgesehen sind, ist es zweckmäßig, die Kammern mit einer Auskleidung aus Edelstahl zu versehen. Hierfür können zwei Ausführungsvarianten in Frage: Entweder kann eine Edelstahlauskleidung mit entsprechenden Verankerungselementen zur Schubsicherung direkt einbetoniert werden, oder eine solche Auskleidung kann nachträglich in eine entsprechend vorbereitete Kaverne eingeschoben werden. Da das Behältnis nach seiner anfänglichen Aufheizung nach dem Einsetzen der radioaktiven Elemente nur geringen Temperaturänderungen unterworfen ist, ist es möglich, die Stahlauskleidungen der Kammern auch bei hohen Betriebstemperaturen oberhalb 100° C unmittelbar im Beton zu verankern, da bei der geringen Zahl von Temperaturbeanspruchungswechseln eine ausreichende Sicherheit gegen Ermüdung des Stahls besteht.

Die Kühlluftkanäle können als einfache Röhren im Beton ausgebildet sein und luft- bzw. dampfdurchlässige Oberflächen haben, damit das bei der ersten Erwärmung des Betons ausgetriebene Wasser abgeführt werden kann. Die Kühlluftkanäle und/

oder die Kammern können aus vorgefertigten Betonelementen bestehen, die als verlorene Schalung im Block einbetoniert sind.

Um zu verhindern, daß unter der Wärmeeinwirkung der Brennelemente oder bei mechanischer Beanspruchung des Behältnisses von der Betonoberfläche der Kühlluftkanäle Teile abplatzen, die zu einer Verstopfung der Kühlluftkanäle führen können und deren Wirksamkeit herabsetzen, ist es vorteilhaft, die Kühlluftkanäle mindestens auf einem Teil ihrer inneren Umfangsfläche mit Metall auszukleiden. Hierbei können die Metallauskleidungen der Kammer und der Kühlluftkanäle durch Metallstücke wärmeleitend verbunden werden. Wenn eine der Auskleidungen von Kammern einerseits und Kühlluftkanälen andererseits aus Edelstahl und die andere aus einem Stahl geringerer Qualität besteht, wird zwischen den Metallstücken zur wärmeleitenden Verbindung der Auskleidungen von Kammer und Kühlluftkanälen eine Isolierung gegen Kontaktkorrosion angeordnet.

Es ist auch möglich, zusätzlich einbetonierte, von Wasser durchflossene Kühlwasserrohre zur Nutzung der Abwärme der radioaktiven Elemente vorzusehen. Die Kühlwasserrohre können die Kammern schraubenlinienförmig umgeben und mit der Auskleidung der Kammern und/oder der Auskleidung der Kühlluftkanäle in wärmeleitender Verbindung stehen. Bei einer solchen Ausführungsform können Wärmeverluste verkleinert werden, wenn der Betonblock an seinem Außenumfang eine wärmedämmende Umhüllung aufweist. Wenn die Kühlluftkanäle vollständig mit Metallauskleidungen versehen sind, kann es notwendig sein, mehrere Zusatzkanäle zum Abbau des Dampfdruckes vorzusehen, die im Beton des Blockes über dessen Querschnitt verteilt sind. Die Verteilung der Kühlluftkanäle und eventuell weiterer Zusatzkanäle über den ganzen Betonquerschnitt verhindert auch bei der ersten Erwärmung des Betonblockes über 100°C hinaus einen großflächigen Dampfdruck im mehrere Meter dicken

Beton des Behältnisses. Der Abbau des Dampfdruckes im Beton durch die Kühlluftkanäle ist auch dann möglich, wenn diese teilweise mit Metall ausgekleidet sind. Eine solche teilweise Auskleidung verhindert ein Abplatzen von Betonoberflächenschichten.

Der Block kann einen oder mehrere über seinen Querschnitt verteilte Arbeitsschichten aufweisen, von denen aus der Beton abschnittsweise auch bei sehr hohen Behältnissen eingebracht werden kann und die im Betrieb als Luftführungskanäle und zur Inspektion dienen können. Dies ist erforderlich, wenn vorgefertigte Elemente als Auskleidung der Kammer mit Kühlwasserrohren und mit den ihr zugeordneten Kühlluftkanälen als Ganzes vor dem Einbringen des Betons in engem Abstand montiert sind. Wenn vorgefertigte Betonelemente für Kühlluftkanäle und schwere Metallteile als Strahlenabschirmung und als Wärmebrücken angeordnet werden, dann werden diese Teile in Abschnitten entsprechend der Höhe der Betonierabschnitte eingebaut.

Damit die aus Temperaturänderungen entstehenden Verformungen des Behältnisses keine unzulässigen Beanspruchungen auf das dieses umgebende Bauwerk übertragen, ist eine entsprechende Lagerung vorzusehen. Zweckmäßig ist es, eine Auflagerringwand mit Luftdurchtrittsöffnungen oder mehrere Ringsegmente anzuordnen, die in Umfangsrichtung im Abstand voneinander angeordnet sind und sich in einem Luftzuführungsraum befinden, mit dem die Kühlluftkanäle in Verbindung stehen. Zusätzlich können entsprechend nachgiebige seitliche Abstützungen zum umgebenden Gebäude angeordnet sein.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, in denen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung an Beispielen nä-

- 6 -

- 11 -

her erläutert sind. Es zeigt:

- Fig. 1 ein Behältnis für radioaktive Elemente nach der Erfindung in einem senkrechten Diametralschnitt,
- Fig. 2 den Gegenstand der Fig. 1 in einem horizontalen Querschnitt nach Linie II - II und
- Fig. 3 die Einzelheit III der Fig. 2 in vergrößertem Maßstab mit sechs verschiedenen Varianten der Kühlluftkanäle sowie verschiedener Ausführungen von Wärmebrücken, Kühlwasserrohren u.dgl.

In den Zeichnungen ist mit 10 ein Behältnis für radioaktive Elemente bezeichnet, das in einem zylindrischen Hohlraum 11 eines hier nur durch seine Wände angedeuteten, sonst aber nicht näher dargestellten Betonbauwerkes in vertikaler Lage angeordnet ist. Das Behältnis 11 ruht auf einer Auflager-ringwand 13 aus Stahlbeton oder Spannbeton, die in einem Luftzuführungsraum 14 angeordnet ist, der sich im unteren Teil des zylindrischen Hohlraumes 11 des Gebäudes ¹² befindet. Die Auflagerringwand 13 ist durch ein Betongelenk 15 einerseits mit der Bodenplatte 16 des Gebäudes 12 und mit einem Gelenk 17 mit der Unterseite 18 des Behältnisses 10 andererseits verbunden und mit Luftdurchtrittsöffnungen 19 versehen. Außerdem hat der Luftzuführungsraum 14 seitliche Lufteintrittsöffnungen 20, welche mit Luftzuführungskanälen 21 in Verbindung stehen, die von der Innenwandung des zylindrischen Hohlraumes 11 im Gebäude 12 einerseits und von randoffenen Ausnehmungen im Außenumfang 22 des Behältnisses 10 gebildet werden (Fig. 2).

COPY

Das Behältnis 10 besteht aus einem langgestreckten, in vertikaler Lage im Hohlraum 11 des Gebäudes 12 angeordneten Block 23 aus hitzebeständigem, bewehrten Beton, der einen ringförmigen Querschnitt mit sternförmig gezacktem Außenumfang hat. Hierbei ist die äußere Umfangslinie 22 des Betonblockes 23 im wesentlichen kreisförmig, wobei in der äußeren Umfangsfläche 22 im Querschnitt trapezförmige, in Richtung der Erzeugenden verlaufende Arbeitsschächte 21, die auch als Luftzuführungskanäle genutzt werden können, vorgesehen sind. An der gesamten äußeren Umfangsfläche 22 kann der Betonblock 23 mit einer wärmedämmenden Ummantelung 24 versehen sein.

Im Zentrum des Behältnisses 23 ist ein das Behältnis 23 von oben nach unten durchsetzender, in Axialrichtung verlaufender zylindrischer Arbeitsschacht 25 angeordnet, von dem aus bei der Herstellung des Behältnisses der Beton eingebracht wird und der beim fertigen Behältnis für Inspektionsarbeiten dient.

Rund um den Arbeitsschacht 25 sind in drei konzentrischen Kreisen mehrere zylindrische Kammern 26 zur Aufnahme der radioaktiven Elemente 27 vorgesehen (Fig. 1), die über nahezu die gesamte Höhe des Behältnisses 10 durchlaufen, an ihrer Unterseite 28 geschlossen sind und an ihrer Oberseite mit einer Verschlussplatte 29 verschließbar sind. Jede Kammer 26 ist von sechs Kühlluftkanälen 30 umgeben, die in einem geringen Abstand von der ihr zugeordneten Kammer 26 angeordnet sind und sich parallel zur Kammer 26 erstrecken. Die Kühlluftkanäle 30 laufen über die ganze Höhe des Behältnisses 10 durch und stehen an ihrem unteren Ende 30' mit dem Luftzuführungsraum 14 und an ihrem oberen Ende 30" mit einem Luftabführungsraum 31 in Verbindung, der an hier nicht näher dargestellte Luftabführungsleitungen im Gebäude angeschlossen

ist, welche die erwärmte Luft ins Freie abführen oder einem Wärmetauscher zuleiten.

Die Kühlluftkanäle 30 können als einfache Röhren im Beton ausgespart sein. In diesem Falle ist es zweckmäßig, sie aus Betonfertigteilen herzustellen, die zugleich als verlorene Schalung im Ortbeton des Behältnisses verbleiben. Während die Kammern 26 dem Querschnitt der radioaktiven Elemente 27 angepaßt werden müssen, können die Kühlluftkanäle 30 verschiedene Querschnittsformen haben und beispielsweise kreisrund, quadratisch oder trapezförmig sein, wobei auch die inneren Ecken ausgerundet oder abgeschrägt sein können. In Fig. 3 sind verschiedene Ausführungsformen von Kühlluftkanälen dargestellt, die im folgenden zusammen mit der Ausbildung der Kammern 26 und anderer Zusatzeinrichtungen näher beschrieben werden sollen.

In Fig. 3 ist eine Kammer 26 im Querschnitt dargestellt, die mit einer zylindrischen Auskleidung 32 aus Edelstahl versehen ist. Um die Kammer 26 herum sind vier verschiedene Kühlluftkanäle 30a, 30b, 30c und 30d angeordnet. Hierzu ist jedoch darauf hinzuweisen, daß im Behältnis vorzugsweise nur immer eine der verschiedenen Arten von Kühlluftkanälen verwendet wird.

Der Kühlluftkanal 30a hat einen im wesentlichen trapezförmigen Querschnitt mit abgeschrägten Ecken 33 und wird von einem vorgefertigten Betonelement 34 in Form eines Trapezzringes gebildet. Das Betonelement kann über die gesamte Höhe des Behältnisses 10 durchgehen, aber auch aus mehreren Einzelschüssen von wenigen Metern Länge zusammengesetzt sein, die zweckmäßig bei der Montage miteinander verbunden werden. Das Betonelement selbst ist mit einer hier nicht näher dargestellten Bewehrung versehen, und auch in dem Ortbeton zwischen den Betonelementen 34 und der Kammer 26 befindet sich

eine schlaffen und/oder vorgespannte Bewehrung, die hier jedoch nicht näher dargestellt ist. Sowohl der Beton der Betonfertigteile 34 als auch der Ortbeton zwischen den Betonelementen und den Brennelementkammern 26 ist luft- und dampfdurchlässig und beispielsweise mit Zuschlägen aus Kesselschlacke oder Hochofenschlacke hergestellt, so daß nach dem ersten Einsetzen von Brennelementen in die Kammern 26 und der nachfolgenden Erhitzung des Behältnisses 10 das hierbei aus dem Beton ausgetriebene Wasser in die Kühlluftkanäle 30a eintreten und hier zusammen mit der hindurchstreichenden Luft abgeführt werden kann.

Der Kühlluftkanal 30b hat einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt und wird von einem vorgefertigten Betonelement 35 an drei Seiten umschlossen. Das Betonelement 35 hat einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt, dessen Innenkanten 36 abgeschrägt und mit Stahlplatten 37 gepanzert sind, die mit Ankern 38 im Betonelement 35 verankert sind. An den freien Rändern 39 der Schenkelteile 40 des Betonelementes 35 sind Stahlschienen 41 mit Winkelprofil angeordnet, die mit Ankern 38 im Betonelement 35 verankert sind und an deren Stirnseiten 42 eine rohe Platte 43 aus einfachem Guß Eisen oder Stahl angeordnet ist, welche den Kühlluftkanal 30b an seiner der Kammer 26 zugewandten Seite abdeckt und mit den Winkelprofilen 41 auch verschweißt sein kann. Die Metallplatte 43 dient als Wärmebrücke für den Wärmeübergang von der Kammer 26 zum Kühlluftkanal 30b, ist aber im Abstand von der Edelstahlauskleidung 32 der Kammer 26 angeordnet, damit zwischen diesen beiden Materialien keine Kontaktkorrosion auftreten kann.

Die Kühlluftkanäle 30c haben ebenso wie die Kammer 26 eine Metallauskleidung, die bei der Kühlluftleitung 30c rechts unten in Fig. 3 aus Edelstahl, bei den Kühlluftleitungen unten und links unten in Fig. 3 jedoch aus einfachem Stahl be-

steht. Die Metallauskleidungen 32 der Kammer 26 und der Kühlluftkanäle 30c sind durch Metallstücke 44 bzw. 45a und 45b wärmeleitend verbunden. Die Metallstücke 44, welche die Edelstahlauskleidungen von Kammer 26 und Luftkanal 30c miteinander verbinden, können unmittelbar mit diesen Auskleidungen verbunden, beispielsweise mit ihnen verschweißt sein. Die Metallstücke 45a und 45b, welche die Edelstahlauskleidung der Kammer 26 mit einer Auskleidung 32 aus gewöhnlichem Stahl für den Luftkanal 30c verbinden, sind durch eine Isolierung 46 gegen Kontaktkorrosion voneinander getrennt.

Der in der linken oberen Ecke der Fig. 3 gezeigte Kühlluftkanal 30d hat einen im wesentlichen quadratischen Querschnitt und eine Metallauskleidung 32 aus Stahlblech. Er wird durch eine Platte 47 aus Gußeisen auf seiner ganzen Länge in zwei Teilkanäle 30d₁ und 30d₂ unterteilt. Die Gußeisenplatte 47 steht radial zur Kammer 26 über den Kühlluftkanal 30d vor und ragt in den Ortbeton 48 des Blockes 23 hinein, so daß sich ihr freier Rand 49 in sehr geringem Abstand von der Außenfläche der Metallauskleidung 32 der Kammer 26 für das Brennelement befindet und einen guten Wärmeübergang von der Kammer 26 zum Kühlluftkanal 30d ermöglicht.

Da bei einer durchgehenden Metallauskleidung 32 von Kammer 26 und Kühlluftkanälen 30c und 30d eine Dampfdiffusion in die Kühlluftkanäle 30 nicht möglich ist, muß der bei der ersten Erwärmung des Betonbehältnisses auftretende Dampfdruck auf andere Weise abgebaut werden. Im Ortbeton des Blockes 23 werden dann mehrere Zusatzkanäle 50 vorgesehen, die über den ganzen Betonquerschnitt des Behältnisses verteilt angeordnet sind, von denen aber in den Figuren 2 und 3 nur einige dargestellt sind.

Um die Abwärme der in den Kammern 26 lagernden Brennelemente nutzbar zu machen, können ferner zwischen den Kammern 26 einerseits und ihren Kühlluftkanälen 30 andererseits von Wasser durchflossene Kühlwasserrohre 51 und 52 vorgesehen werden. Diese Kühlwasserrohre können bei mit Metallauskleidungen 32 versehenen Kammern 26 und Kühlluftkanälen 30 unmittelbar an den Außenseiten 53 bzw. 54 dieser Auskleidungen befestigt, beispielsweise angeschweißt werden, um einen guten Wärmeübergang zu gewährleisten. Es ist aber auch möglich, diese Kühlwasserrohre im Beton unterzubringen. Die Kühlwasserrohre sind an einem hier nicht näher dargestellten Wärmetauscher angeschlossen, der ihre Wärme aufnimmt und beispielsweise an ein Fernheiznetz abgibt.

Anstelle der in Fig. 3 unten rechts dargestellten, in vertikaler Richtung parallel zur Längsachse der Kammern 26 und der Kühlluftkanäle 30 durchlaufenden Kühlwasserrohre können auch Kühlwasserschlangen 53 vorgesehen werden, welche die Kammern nach einer Schraubenlinie umgeben und konzentrisch zu den Kammern 26 angeordnet sind.

An seiner Oberseite wird das Behältnis 10 von einer Bühne 55 abgedeckt, von der aus die Kammern 26 mit den Brennelementen 27 beladen werden können. Die Edeldstahlwandungen der Kammern 26 sind durch diese Bühne hindurchgeführt und mit ihr verbunden. Die Abschlüsse der Kammern 26 sind so ausgebildet, daß sie von der Bühne aus betätigt werden können und noch im durch Beton gestützten Bereich der Kammer 26 angeordnet sind. Der Zwischenraum zwischen der Bühne 55 und der Oberkante des Betonbehältnisses 10 sowie zwischen den Kammern 26 dient als Teil der Luftabführung.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es sind mehre-

~~- 12 -~~

- 17 -

re Änderungen und Ergänzungen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Beispielsweise ist es möglich, anstelle eines zentralen Mittelschachtes mehrere, über den Querschnitt des Behältnisses verteilte Arbeitsschächte vorzusehen. Ferner sind auch andere Querschnittsformen sowohl für die Kammern als auch für die Kühlluftkanäle möglich, und auch die Anordnung der Kühlwasserrohre sowie der Kühlluftzu- und Abführungen können etwas anders ausgebildet sein.

- 18 -
- Leerseite -

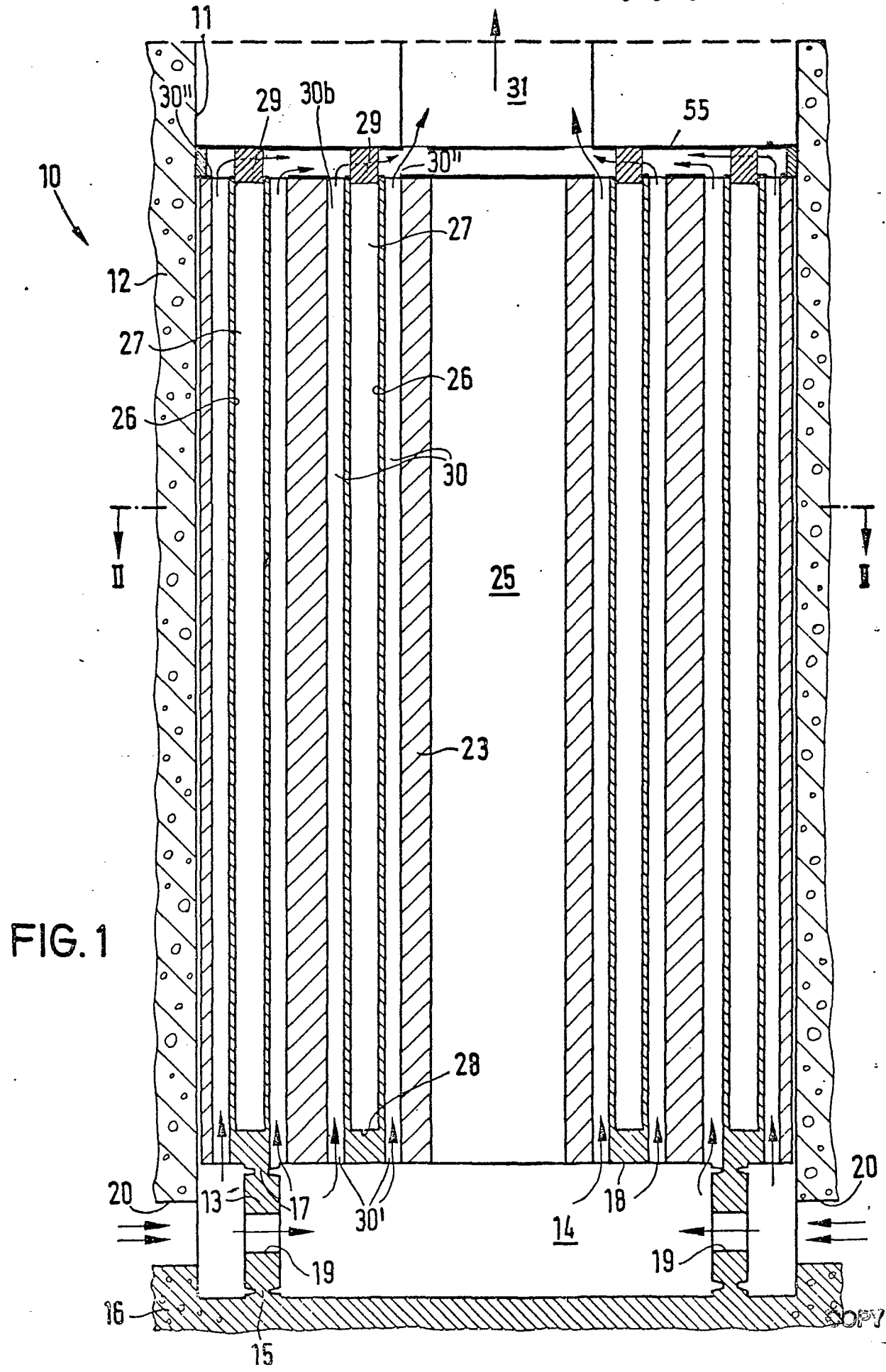


FIG. 1

COPY

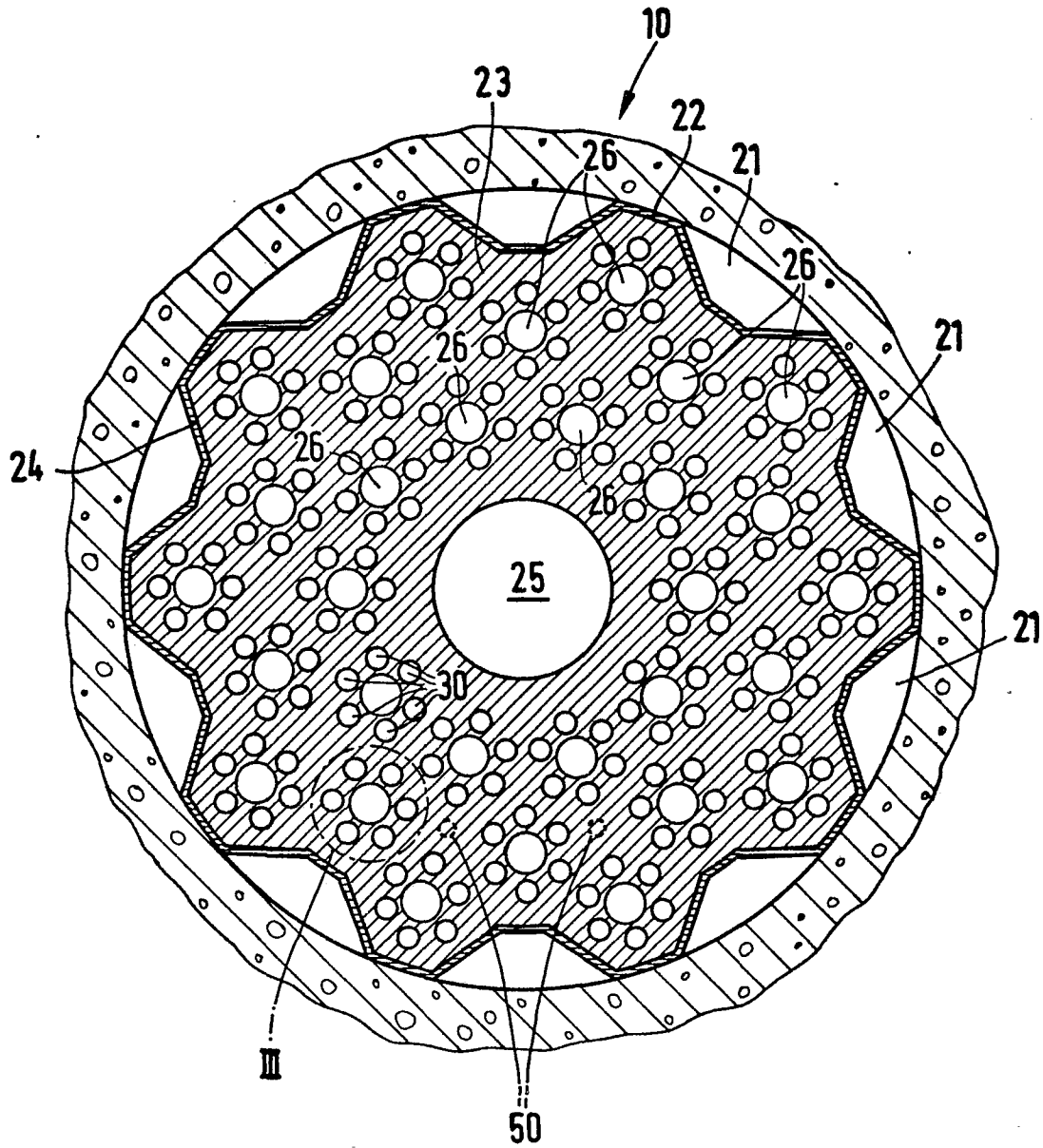


FIG. 2

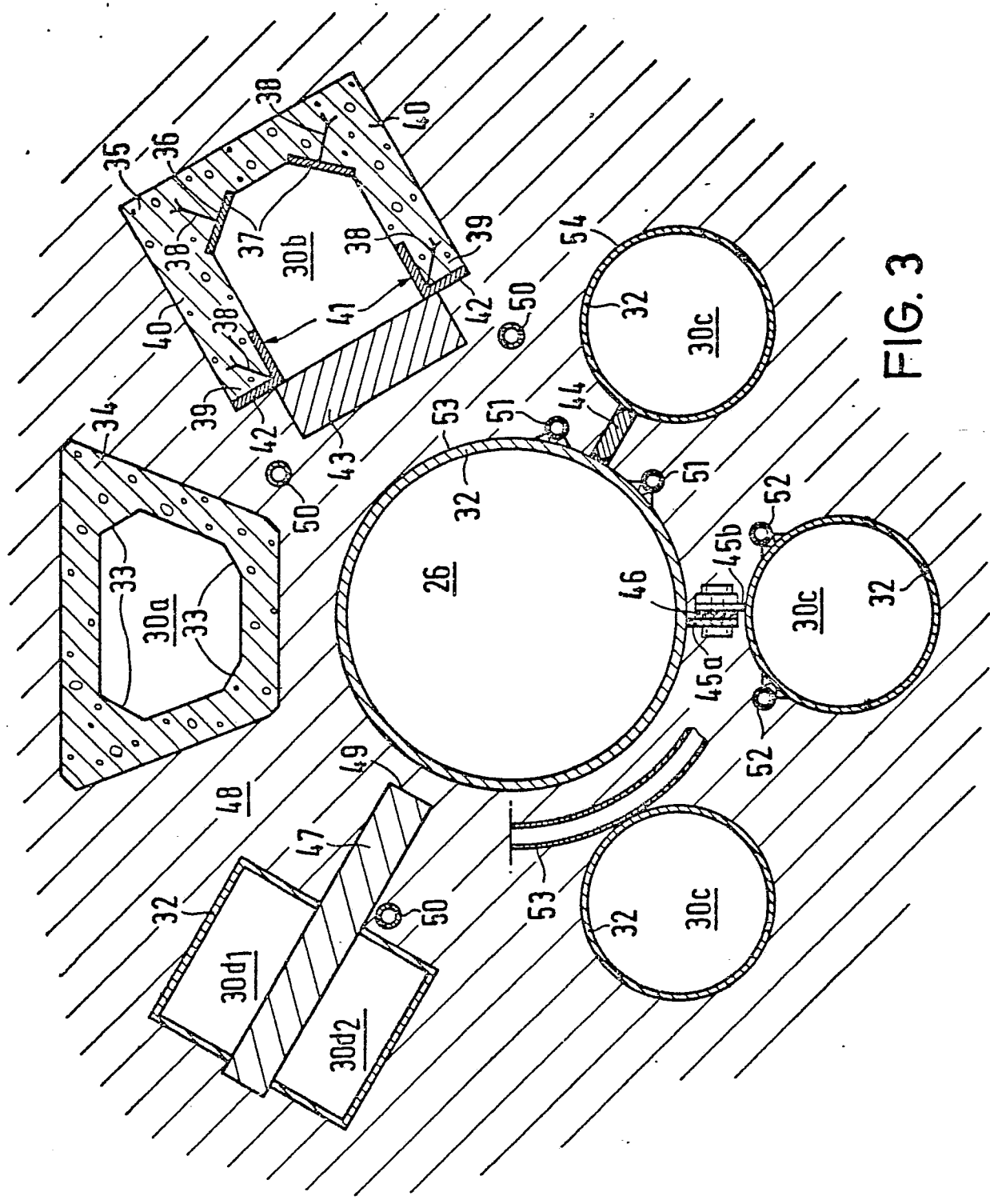


FIG. 3